

## Purifikasi Biodiesel Berbasis Minyak Jelantah Secara Fisika dengan Metoda Pencucian Kering

Rahmah Maghfirah , Zulkifli, Ridwan\*

Chemical Engineering Department, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jl. Medan – B. Aceh Km. 280 Buketrata

\*E-mail: ridwan@pnl.ac.id

### Abstract

---

**Article history:**

Received: 04-08-2025

Accepted: 19-08-2025

Published: 30-08-2025

**Keywords:**

biodiesel;

centrifugation;

dry washing;

purification;

waste cooking oil.

*This study aims to purify waste cooking oil-based biodiesel using a dry washing method via centrifugation as a more environmentally friendly alternative to conventional water washing. The process was conducted by varying the centrifuge rotational speeds at 1,050 rpm, 1,150 rpm, 1,250 rpm, and 1,350 rpm, as well as centrifugation durations of 12, 14, 16, 18, and 20 minutes. The effects of these parameters were evaluated based on biodiesel yield, density, kinematic viscosity, and flash point. The results indicated that increasing both the rotational speed and centrifugation time had a significant impact on biodiesel quality. The optimum condition was achieved at 1,150 rpm for 16 minutes, yielding 72% biodiesel with a density of 0.87 g/mL, a kinematic viscosity of 4.7 mm<sup>2</sup>/s, and a flash point of 102 °C. All parameters met the applicable biodiesel quality standards. These findings demonstrate that the dry washing method using centrifugation is effective in removing contaminants and improving the physical properties of the fuel, making it a practical solution for processing biodiesel from waste-based feedstocks. Moreover, this method has the potential to reduce water usage and minimize wastewater generation, making it a more environmentally sustainable option*

---

### 1. Pendahuluan

Biodiesel telah menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang paling menjanjikan untuk menggantikan bahan bakar fosil karena sifatnya yang biodegradable, non-toksik, serta emisi karbon yang lebih rendah [1, 2]. Salah satu tantangan dalam pengembangan biodiesel adalah ketersediaan bahan baku yang berkelanjutan dan berbiaya rendah. Minyak jelantah, atau minyak goreng bekas pakai, merupakan salah satu bahan baku alternatif yang sangat potensial karena sifatnya sebagai limbah rumah tangga dan industri makanan, serta ketersediaannya yang melimpah [3-5]. Namun, kualitas biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah cenderung lebih rendah dibandingkan dengan minyak nabati murni karena kandungan asam lemak bebas (FFA), air, dan senyawa hasil degradasi termal yang tinggi [6, 7]. Oleh karena itu, proses purifikasi atau pemurnian biodiesel menjadi langkah penting untuk meningkatkan mutu produk akhir agar sesuai dengan standar mutu seperti SNI 7182:2015 atau ASTM D6751.

Metode purifikasi fisik yang paling umum digunakan adalah pencucian basah (*wet washing*) dan pencucian kering (*dry washing*). Pencucian kering lebih diminati dalam skala industri kecil hingga menengah karena tidak menghasilkan limbah cair dan lebih efisien dari segi waktu dan biaya [8]. Salah satu metode fisik

dalam pencucian kering yang mulai mendapat perhatian adalah penggunaan sentrifugasi. Proses sentrifugasi bekerja berdasarkan prinsip pemisahan densitas, yang dapat memisahkan fasa gliserol, air, sabun, dan partikel padat lainnya dari biodiesel dengan efisiensi tinggi [9, 10]. Variabel penting dalam proses ini adalah kecepatan putaran (rpm) dan durasi waktu sentrifugasi, yang keduanya sangat mempengaruhi efektivitas pemurnian serta karakteristik biodiesel yang dihasilkan seperti viskositas, densitas, angka asam, kandungan metil ester, dan kestabilan oksidatif [11].

Beberapa studi sebelumnya telah mengeksplorasi pemurnian biodiesel menggunakan metode sentrifugasi, namun sebagian besar masih terbatas pada bahan baku minyak murni atau menggunakan sentrifugasi sebagai pra-pemrosesan, bukan sebagai tahap akhir pemurnian. Kajian menunjukkan bahwa kecepatan sentrifugasi yang lebih tinggi menghasilkan biodiesel dengan kadar sabun dan gliserol yang lebih rendah [6]. Penelitian juga menemukan bahwa peningkatan waktu dan kecepatan sentrifugasi secara signifikan meningkatkan kejernihan dan kestabilan biodiesel, tetapi belum ada pembahasan mendalam mengenai pengaruhnya terhadap biodiesel dari minyak jelantah [12, 13].

*Novelty* dari kajian ini terletak pada penerapan metode purifikasi secara eksklusif

menggunakan sentrifugasi kering terhadap biodiesel yang berasal dari minyak jelantah, dengan fokus pada pengaruh variasi kecepatan dan waktu sentrifugasi terhadap sifat fisikokimia biodiesel. Kajian ini akan memberikan informasi baru mengenai optimasi proses sentrifugasi dalam meningkatkan kualitas biodiesel limbah, yang sebelumnya belum banyak dijabarkan secara sistematis.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh variasi kecepatan putar dan durasi sentrifugasi dalam proses pemurnian biodiesel dari minyak jelantah serta karakteristik biodiesel yang dihasilkan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam bentuk kontribusi ilmiah terhadap pengembangan teknologi purifikasi biodiesel yang sederhana, hemat energi, serta aplikatif untuk skala UMKM, sekaligus mendukung prinsip ekonomi sirkular dengan pemanfaatan limbah rumah tangga secara berkelanjutan.

## 2. Methods

### 2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jelantah, etil asetat, koh, biodiesel dari minyak jelantah, dan aquadest. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat centrifuge, beaker glass, erlenmayer, spatula besi, gelas ukur, pipet tetes, corong kaca, corong pisah, termometer, hot plate, piknometer, dan timbangan digital.

### 2.2 Prosedur

#### 2.2.1 Proses Tahapan Interesifikasi

Sebanyak 500 mL minyak jelantah dimasukkan ke dalam reaktor. Putar panel *selector power* ke arah kiri sampai hidup lampu berwarna merah. Putar panel *thermo power* 2 ke arah kiri untuk memanaskan minyak yang ada di dalam reaktor. Putar panel selektor motor ke arah kiri untuk menghidupkan motor pengaduk. Atur pengaduk menjadi 110 rpm. Tunggu minyak jelantah sampai suhu 65°C. Masukkan etil asetat sebanyak 620 mL dan katalis KOH sebanyak 2,559 gram lalu tunggu 1 jam. Putar panel *selector motor*, *thermo power*, *selector power* ke kanan untuk mematikan alat biodiesel. Biodiesel di diamkan selama 24 jam sampai terbentuk 2 lapisan. Pisahkan lapisan atas etil ester (biodiesel) dan lapisan bawah adalah triacetin, selanjutnya dianalisa karakteristik biodiesel.

#### 2.2.2 Tahap Pencucian Secara Dry Washing Menggunakan Alat Centrifuge

Pada tahap pencucian *dry washing* juga dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa dari katalis dan triacetin yang masih terkandung pada produk biodiesel. Sampel biodiesel yang akan dimurnikan atau dipisahkan dipersiapkan kan peralatan yang digunakan dipersiapkan dengan menyalakan centrifuge. Selanjutnya sampel biodiesel dimasukkan ke dalam gelas tabung centrifuge. Ukuran sampel yang akan dimasukan pada setiap tabung harus sama agar seimbang. Untuk meletakkan gelas tabung sampel biodiesel yang akan dimurnikan, tabung diletakkan secara berlawanan/bersilangan. Kemudian waktu diatur selama 12; 14; 16; 18 dan 20 menit dan kecepatan putaran pada 1.050; 1.150; 1.250; 1.350 rpm. Selanjutnya peralatan centrifuge dijalankan untuk proses pemurnian sampel. Setelah proses pemurnian selesai, semua sampel diambil dalam tabung yang telah dimurnikan secara berlawanan/bersilangan pula. Dari proses tersebut terdapat dua lapisan yaitu biodiesel murni dan sisa-sisa katalis, dimana pada lapisan atas terdapat substansi yang bobot jenisnya rendah dan warna yg lebih jernih (biodiesel) dan lapisan bawah terdapat substansi yang bobot jenisnya lebih tinggi (*triacetyn*). Kemudian *triacetin* yang dihasilkan dibuang dengan menuangkan biodieselnnya terlebih dahulu ke dalam wadah yang sudah disiapkan, selanjutnya sampel biodiesel dianalisa.

### 2.3 Tahap Analisa Hasil

Analisa sifat fisik biodiesel dilakukan di laboratorium pengujian Migas Jurusan Teknik Kimia (rendemen biodiesel, angka setana, viskositas, titik nyala (*flash point*), densitas, nilai kalor, dan analisa FTIR). Hasil analisis nilainya dibandingkan dengan nilai standar biodiesel yang ditetapkan oleh pemerintah, apakah sudah memenuhi kriteria atau belum. Jika nilai-nilai kualitas biodiesel sudah sesuai maka biodiesel yang diperoleh layak digunakan.

#### 2.3.1 Analisa Etil Ester (Biodiesel)

Etil ester yang merupakan hasil atas reaksi dipisahkan dari gliserol pada lapisan bawah dengan corong pisah. Sebelum diuji sifat fisiknya, etil ester perlu dimurnikan dengan cara mencucinya pakai aquades untuk mengikat gliserol yang masih tersisa. Setelah terbentuk lapisan, kemudian dipisahkan memakai corong

pemisah. Lapisan atas merupakan etil ester dipanaskan pada temperatur 100°C untuk menghilangkan sisa etil ester dan air. Biodiesel yang dihasilkan diuji sifat fisik dan kimia seperti massa jenis, nilai kalor dan FTIR.

### 2.3.2 Densitas

Analisa densitas menggunakan alat piknometer, dengan cara membersihkan dan mengeringkan piknometer ukuran 25 mL. Selanjutnya piknometer kosong ditimbang dan dicatat beratnya sebagai W1. Sampel dimasukkan ke dalam piknometer sampai penuh, pasang tutupnya hingga sampel dapat mengisi pipa kapiler sampai penuh dan dipastikan tidak ada gelembung udara di dalam piknometer. Selanjutnya bagian luar piknometer dikeringkan dengan tisu dan ditimbang piknometer berisi sampel dan dicatat sebagai W2. Setelah selesai piknometer dibersihkan dan dikeringkan. Massa jenis suatu zat dapat ditentukan.

### 2.3.3 Nilai Kalor

Analisa nilai kalor menggunakan alat *Automatic Calorimeter IKA-C 2000*, dengan cara menghubungkan kabel pada alat arus listrik dan menghidupkan alat *cooling water* dan tunggu hingga alat *cooling water* mencapai suhu 20 °C. Selanjutnya dipasang benang pada kawat *holder crucible*. Sebanyak 1 gram sampel dimasukkan ke dalam *crucible*. Ujung benang yang telah di pasang pada kawat holder, dimasukkan ke dalam sampel, kemudian 1 mL aquades ditambahkan untuk membasahi vessel. Selanjutnya peralatan *bomb calorimeter* dihidupkan dan *vessel* dimasukkan ke dalam *bomb calorimeter*. Ditunggu hingga alat bomb stabil, ketika keluar di layar “*ok for test*”, selanjutnya masukkan data sampel untuk pengujian. Setelah selesai pengujian, vessel dikeluarkan dari alat *bomb calorimeter*.

## 3 Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada proses pemurnian biodiesel menggunakan Metode Basah (*Water Washing*) dan Metode Kering (*Dry Washing*). Produk biodiesel yang dihasilkan dilakukan analisa rendemen biodiesel, massa jenis, viskositas, titik nyala, angka setana, nilai kalor dan analisa FTIR (*Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red*).

Hasil analisa awal karakteristik biodiesel yang digunakan dalam kajian ini ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Uji karakteristik biodiesel awal

Massa Jenis (g/mL)	Viskositas (mm <sup>2</sup> /s)	Titik Nyala (°C)	Keterangan
0,87	8,15	50	Analisa awal
0,850-0,90	2,3-6,0	100°C (min)	SNI

Tabel 1 memberikan informasi hasil pengujian karakteristik awal dari biodiesel yang dihasilkan dan standar SNI dari parameter yang diuji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan sebagian parameter ujinya sudah memenuhi standar SNI, yaitu untuk parameter massa jenis, sementara untuk parameter viskositas dan titik nyala belum mencapai standar. Oleh karena itu dilakukan proses pemurnian biodiesel yang dihasilkan agar memenuhi standar.

Proses pemurnian biodiesel dilakukan dengan metode pencucian kering (*dry washing*) dengan menggunakan sentrifugasi. Kajian dilakukan pada variasi putaran dan waktu sentrifugasi dengan parameter uji rendemen biodiesel yang diperoleh, densitas, viskositas, dan titik nyala biodiesel. Hasil penelitian ditunjukkan dalam Tabel 2.

Hasil yang diperoleh dari Tabel 2 menunjukkan pengaruh putaran (rpm) dan waktu sentrifugasi terhadap rendemen, densitas, viskositas, dan titik nyala biodiesel hasil pemurnian. Secara umum, peningkatan putaran dan waktu sentrifugasi menghasilkan biodiesel dengan karakteristik fisik yang lebih baik.

### 3.2 Hasil Pengujian Rendemen

Hasil pengujian menunjukkan bahwa rendemen biodiesel meningkat secara signifikan seiring bertambahnya putaran dan waktu sentrifugasi. Pada putaran 1.050 rpm, rendemen meningkat dari 70,0% pada 12 menit menjadi 71,2% pada 20 menit. Peningkatan ini berlanjut pada putaran 1.150 rpm hingga mencapai 72,4% pada 20 menit. Pada kecepatan 1.350 rpm dan waktu 20 menit, rendemen tertinggi sebesar 78,4% tercapai.

Tabel 2. Hasil penelitian pada metode kering (*dry washing*)

Putaran (rpm)	Waktu (menit)	Rendemen (%)	Densitas (g/mL)	Viskositas (mm <sup>2</sup> /s)	Titik Nyala (°C)
1.050	12	70	0,87	7,82	66
	14	70,4	0,87	6,85	70
	16	70,6	0,87	6,5	74
	18	71	0,87	6,25	80
	20	71,2	0,87	6,1	84
1.150	12	71,4	0,87	5,95	90
	14	71,8	0,87	5,8	96
	16	72	0,87	4,7	102
	18	72,2	0,87	4,7	98
	20	72,4	0,87	4,6	96
1.250	12	72,8	0,86	4,3	88
	14	73,2	0,86	4,3	84
	16	73,6	0,86	4	86
	18	74,4	0,86	4	90
	20	75,2	0,86	4	88
1.350	12	76	0,86	4,07	82
	14	77	0,86	3,75	78
	16	77,2	0,86	3,76	74
	18	77,6	0,86	3,6	70
	20	78,4	0,86	3,2	68

Peningkatan ini menunjukkan bahwa gaya sentrifugal yang lebih besar serta waktu pemisahan yang lebih lama mempercepat proses pemisahan fasa, sehingga lebih banyak fraksi biodiesel murni yang berhasil dikumpulkan. Ini sejalan dengan prinsip sentrifugasi, di mana pemisahan komponen berdasarkan perbedaan densitas lebih efektif pada kecepatan tinggi dan waktu cukup panjang. Namun, setelah titik tertentu, kenaikan rendemen menjadi lebih lambat (misalnya antara 1.250–1.350 rpm), mengindikasikan bahwa pemisahan mendekati titik optimum.

Peningkatan rendemen disebabkan oleh meningkatnya gaya sentrifugal, yang mempercepat pemisahan fase biodiesel dan kontaminan seperti gliserol, sabun, dan partikel padat. Waktu sentrifugasi yang lebih lama memberi kesempatan lebih besar bagi partikel berat untuk mengendap, sehingga fraksi biodiesel yang terkumpul menjadi lebih banyak. Hal ini sesuai dengan kajian yang menyatakan efisiensi pemisahan biodiesel meningkat secara signifikan dengan bertambahnya kecepatan sentrifugasi karena gaya sentrifugal yang besar mampu mengurangi kandungan pengotor yang tidak dapat dipisahkan dengan gravitasi [14].

### 3.3 Hasil Pengujian Densitas

Densitas biodiesel yang dihasilkan relatif konstan pada nilai 0,87 g/mL untuk putaran 1.050 rpm dan 1.150 rpm, dan sedikit menurun menjadi 0,86 g/mL pada 1.250 rpm dan 1.350 rpm. Nilai ini masih berada dalam kisaran standar biodiesel (0,86–0,90 g/mL), yang menunjukkan bahwa proses pemurnian tidak memberikan perubahan signifikan terhadap parameter ini.

Densitas relatif konstan pada kisaran 0,87 g/mL untuk rpm 1.050 dan 1.150, lalu sedikit menurun menjadi 0,86 g/mL pada 1.250 dan 1.350 rpm. Meskipun penurunan ini kecil, hal ini menunjukkan adanya pemurnian yang menghilangkan senyawa-senyawa berat seperti gliserol, yang sedikit menurunkan densitas total biodiesel. Namun, semua nilai masih berada dalam kisaran standar biodiesel menurut SNI yang menunjukkan bahwa proses sentrifugasi tidak merusak komposisi utama biodiesel, hanya memperbaiki kemurniannya.

Penurunan densitas yang kecil menunjukkan terjadi peningkatan kemurnian biodiesel, karena berkurangnya senyawa berat seperti gliserol dan sabun logam. Namun, karena fraksi utama biodiesel (metil ester) tetap dominan, perubahan densitas tidak terlalu signifikan.

Penelitian mendapatkan bahwa densitas biodiesel umumnya berkisar antara 0,86–0,90 g/mL dan hanya sedikit terpengaruh oleh proses pemurnian, selama tidak terjadi penghilangan senyawa utama secara berlebihan. Penurunan densitas yang terjadi menunjukkan bahwa fraksi berat telah berhasil dipisahkan secara selektif [15].

### 3.4 Hasil Pengujian Viskositas

Viskositas menurun secara progresif dengan peningkatan putaran dan waktu sentrifugasi. Pada 1.050 rpm dan 12 menit, viskositas mencapai 7,82 mm<sup>2</sup>/s dan menurun menjadi 6,1 mm<sup>2</sup>/s pada 20 menit. Pada putaran 1.350 rpm dan 20 menit, viskositas terendah tercapai sebesar 3,2 mm<sup>2</sup>/s. Penurunan viskositas ini mengindikasikan semakin efektifnya pemisahan senyawa pengotor seperti gliserol dan sisa metanol, menghasilkan biodiesel dengan kualitas alir yang lebih baik dan sesuai dengan standar SNI (2,3–6,0 mm<sup>2</sup>/s).

Viskositas menunjukkan tren menurun signifikan dari 7,82 mm<sup>2</sup>/s pada putaran 1.050 rpm dan 12 menit, hingga 3,2 mm<sup>2</sup>/s pada 1.350 rpm dan 20 menit.

rpm dan 20 menit. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa-senyawa berat dan kental, seperti sisa gliserol bebas dan sabun, berhasil dipisahkan dengan lebih efisien. Viskositas yang lebih rendah menunjukkan kualitas alir (*flowability*) yang lebih baik, menjadikan biodiesel lebih kompatibel untuk digunakan dalam mesin diesel. Penurunan drastis pada putaran tinggi menunjukkan bahwa pengaruh kecepatan sentrifugal lebih dominan dibanding waktu dalam menurunkan viskositas. Nilai akhir viskositas ini berada dalam kisaran standar ASTM D6751 dan SNI, yakni 2,3–6,0 mm<sup>2</sup>/s.

Viskositas merupakan parameter penting untuk menilai kualitas biodiesel, dan harus berada dalam kisaran 2–6 mm<sup>2</sup>/s untuk memenuhi standar EN 14214 dan ASTM D6751. Studi menunjukkan bahwa viskositas biodiesel berkurang secara nyata setelah dilakukan proses pemurnian menggunakan teknik sentrifugasi, khususnya dengan kecepatan di atas 1.000 rpm [16].

### 3.5 Hasil Pengujian Titik Nyala

Titik nyala menunjukkan tren peningkatan dengan bertambahnya waktu dan kecepatan sentrifugasi. Titik nyala naik dari 66°C pada 1.050 rpm dan 12 menit, hingga maksimum 102°C pada 1.150 rpm dan 16 menit, sebelum sedikit menurun pada waktu dan putaran yang lebih tinggi. Peningkatan titik nyala menandakan penurunan kandungan senyawa volatil, khususnya sisa metanol, yang meningkatkan keamanan penyimpanan dan transportasi biodiesel.

Peningkatan awal menunjukkan bahwa kandungan metanol sisa yang mudah menguap telah berhasil dikurangi secara signifikan melalui proses sentrifugasi, karena metanol menurunkan titik nyala biodiesel. Namun, penurunan kecil pada titik nyala di rpm dan waktu yang lebih tinggi (misalnya 1.350 rpm dan 20 menit = 68°C) mungkin disebabkan oleh terbentuknya senyawa volatil baru akibat gesekan panas atau penguapan sebagian fraksi ringan selama proses sentrifugasi yang terlalu lama. Dengan demikian, titik optimum tampaknya berada pada 1.150 rpm dan 16 menit, saat titik nyala tertinggi tercapai.

Peningkatan titik nyala menunjukkan pengurangan senyawa mudah menguap seperti metanol, yang penting untuk keamanan penyimpanan dan pengangkutan biodiesel. Kajian juga menekankan bahwa titik nyala

biodiesel yang baik (>100°C) merupakan indikator kemurnian tinggi. Namun, jika proses terlalu agresif, beberapa fraksi volatil dapat menguap, menurunkan nilai titik nyala kembali[17].

### 3.6 Hasil Pengujian Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan jumlah energi panas yang dilepaskan saat pembakaran sempurna satu satuan massa bahan bakar dan menjadi indikator penting dalam menilai efisiensi energi suatu bahan bakar. Nilai ini berperan dalam menghitung konsumsi bahan bakar oleh mesin dalam kurun waktu tertentu, karena semakin tinggi nilai kalor suatu bahan bakar, semakin sedikit jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan energi yang sama.

Dalam penelitian ini, pengukuran nilai kalor biodiesel dilakukan menggunakan alat *Automatic Calorimeter IKA-C 2000*. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 7182:2015), nilai kalor minimum yang disyaratkan untuk biodiesel adalah 9.938,76 kcal/kg.

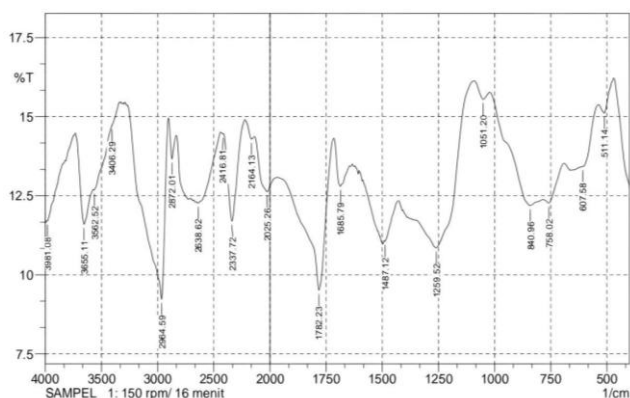
Hasil pengujian terhadap dua sampel menunjukkan bahwa pada kondisi 1.150 rpm selama 16 menit, nilai kalor yang diperoleh sebesar 9.099,665 kcal/kg, sedangkan pada 1.350 rpm selama 16 menit diperoleh sebesar 8.969,407 kcal/kg. Kedua nilai tersebut masih berada sedikit di bawah ambang batas standar yang ditetapkan. Nilai kalor yang lebih tinggi pada kecepatan 1.150 rpm dibanding 1.350 rpm menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan putaran tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan kandungan energi biodiesel. Hal ini dapat disebabkan oleh keberadaan sisa senyawa polar seperti air atau metanol, atau komposisi asam lemak yang belum sepenuhnya bereaksi selama proses transesterifikasi. Dengan demikian, meskipun proses pemurnian secara fisik telah meningkatkan viskositas dan titik nyala biodiesel, kualitas termalnya masih perlu ditingkatkan agar dapat memenuhi standar nilai kalor nasional

### 3.7 Hasil Pengujian Komposisi Biodiesel

Analisis gugus fungsi biodiesel hasil reaksi transesterifikasi dari minyak jelantah dilakukan menggunakan spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FTIR) di Laboratorium Kimia Analitik Politeknik Negeri Lhokseumawe

Pengujian ini dilakukan terhadap sampel terbaik berdasarkan karakteristik fisik

sebelumnya. Hasil spektrum FTIR ditunjukkan pada Gambar 1, yang menggambarkan adanya gugus-gugus fungsi khas senyawa metil ester dalam biodiesel. Spektrum menunjukkan adanya pita serapan khas C-H alkana pada frekuensi 2964,59  $\text{cm}^{-1}$ , yang mengindikasikan keberadaan rantai hidrokarbon jenuh. Selain itu, pita serapan kuat dari ikatan karbonil (C=O) terdeteksi pada frekuensi 1782,23  $\text{cm}^{-1}$ , dan pita regangan C-O ester muncul pada daerah 1259,52  $\text{cm}^{-1}$ , yang merupakan karakteristik utama dari senyawa ester hasil reaksi transesterifikasi.



Gambar 1. Hasil analisis komposisi metil ester dari biodiesel minyak jelantah

Hasil ini mendukung terbentuknya metil ester sebagai produk utama dalam biodiesel. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian oleh Bintang et al. yang mensintesis biodiesel dari minyak biji nyamplung menggunakan metode ultrasonik, terdapat kemiripan pola spektrum, meskipun dengan sedikit perbedaan posisi pita serapan [18]. Dalam penelitian tersebut, pita regangan C=O terdeteksi pada 1741,72  $\text{cm}^{-1}$ , sedangkan pita regangan C-O muncul pada frekuensi 1236,37  $\text{cm}^{-1}$ , 1170,79  $\text{cm}^{-1}$ , dan 1195,87  $\text{cm}^{-1}$ , dengan pita C-H alkana pada 2924,09  $\text{cm}^{-1}$ . Perbedaan nilai frekuensi ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan jenis bahan baku, metode produksi, dan kondisi reaksi. Selain itu, keberadaan pita serapan regangan C=C pada 1641,42  $\text{cm}^{-1}$  dalam penelitian Bintang et al. menunjukkan adanya ikatan rangkap dalam struktur senyawa, yang mungkin berasal dari asam lemak tak jenuh dalam bahan baku.

Dengan demikian, hasil FTIR dari penelitian ini menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah mengandung gugus fungsi khas ester, yang menandakan keberhasilan proses transesterifikasi. Walaupun terdapat sedikit

perbedaan posisi pita serapan dibanding literatur, karakteristik utama biodiesel sebagai senyawa ester tetap terkonfirmasi, menegaskan bahwa produk yang dihasilkan telah memenuhi struktur kimia khas biodiesel.

#### 4. Kesimpulan

Proses pemurnian biodiesel melalui teknik sentrifugasi terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kualitas produk akhir. Peningkatan kecepatan (rpm) dan waktu sentrifugasi secara konsisten meningkatkan rendemen biodiesel, dari 70,0% menjadi 78,4%. Parameter fisik biodiesel juga mengalami perbaikan, di mana viskositas menurun drastis dari 7,82  $\text{mm}^2/\text{s}$  menjadi 3,2  $\text{mm}^2/\text{s}$ . Densitas biodiesel relatif stabil dalam kisaran 0,86-0,87  $\text{g/mL}$ . Titik nyala meningkat lalu menurun, dengan titik optimum pada 1.150 rpm dan 16 menit.

#### References

- [1] Suryatini, K. Y.& Made, M. N., 2023. *Pemanfaatan potensi minyak goreng bekas (jelantah) sebagai biodiesel*. Emasains: Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains, Vol. 12, No. 1, pp. 116-124.
- [2] Ishaq, M., 2021. *Pengaruh katalis koh terhadap kualitas sintesis biodiesel minyak jelantah*. Jurnal Saintis, Vol. 2, No. 2, pp. 65-71.
- [3] Setyaningsih, N. E.& Wiwit, W. S., 2018. *Pengolahan minyak goreng bekas (jelantah) sebagai pengganti bahan bakar minyak tanah (biofuel) bagi pedagang gorengan di sekitar fmipaunnes*. Rekayasa: Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran, Vol. 15, No. 2, pp. 89-95.
- [4] Arita, S., Ramayanti, C., & Andalia, W., 2022. *Edukasi pengembangan minyak jelantah menjadi biodiesel sebagai bahan bakar alternatif bagi masyarakat kelurahan suka mulya*. Ikra-Ith Abdimas, Vol. 5, No. 3, pp. 168-174.
- [5] Humaira, N., Zulkifli, Z., & Saifuddin, S., 2024. *Sintesis dan karakterisasi biodiesel berbasis minyak jelantah menggunakan metode rute non-alcohol*. Jurnal Teknologi, Vol. 24, No. 1, pp. 75-81.
- [6] Budiman, A. A., 2023. *Review artikel: Produksi biodiesel dari minyak goreng bekas dengan metode transesterifikasi menggunakan katalis*. UNESA Journal of Chemistry, Vol. 12, No. 2, pp. 36-48.

- [7] Hadrah, H., Kasman, M., & Sari, F. M., 2018. *Analisis minyak jelantah sebagai bahan bakar biodiesel dengan proses transesterifikasi*. Jurnal Daur Lingkungan, Vol. 1, No. 1, pp. 16-21.
- [8] Azis, H. A., Mustam, M., Ramdani, N., Amin, I. I., Sari, N., & Gregorius, G., 2023. *Penggunaan adsorben bentonit pada proses pencucian kering dalam pemurnian biodiesel minyak jelantah*. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 12, No. 2, pp. 108-115.
- [9] Dewi, S. K., Yuliati, L., & Widodo, A. S., 2023. *Karakterisasi biodiesel produk transesterifikasi menggunakan variasi kecepatan sentrifugasi pada proses pemisahan fame*. Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 14, No. 1, pp. 83-95.
- [10] Istianah, N., Fatmala, Y. U., Ali, D. Y., & Putri, W. D. R., 2025. *Optimasi proses penjernihan nira sorgum manis (sorghum bicolor l. Moench) menggunakan sentrifugasi*. Jurnal Pangan dan Agroindustri, Vol. 13, No. 1, pp. 23-31.
- [11] McFarlane, J. et al., 2010. *Production of biodiesel at the kinetic limit in a centrifugal reactor/separator*. Industrial & engineering chemistry research, Vol. 49, No. 7, pp. 3160-3169.
- [12] Kurniasih, E., Rahmi, R., Supardan, M. D., & Darusman, D., Year. *Pemurnian gliserol dari limbah produksi biodiesel dan pemanfaatannya sebagai substrat pada sintesis mono-digliserida*. in *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan*, Vol. 4.
- [13] Nenobahan, M., Ledo, M. E., & Nitsae, M., 2020. *Pembuatan biodiesel minyak jelantah menggunakan biokatalis ekstrak kasar lipase dari biji kesambi (schleichera oleosa l.)*. Jurnal Saintek Lahan Kering, Vol. 3, No. 1, pp. 20-25.
- [14] Awogbemi, O. & Desai, D. A., 2025. *Recent advances in purification technologies for biodiesel-derived crude glycerol*. International Journal of Ambient Energy, Vol. 46, No. 1, p. 2533373.
- [15] Hartono, R., Denny, Y. R., Ramdhani, D. S., Assaat, L. D., Priakbar, A. W., & Ribawa, W. H., 2023. *Pembuatan biodiesel dengan reaktor bersirkulasi sederhana menggunakan katalis koh*. Jurnal Teknologi, Vol. 15, No. 1, pp. 123-132.
- [16] Wahyudi, W., 2025. *Korelasi sifat fisik biodiesel campuran jatropha-kedelai: Densitas, viskositas, titik nyala dan nilai kalor*. INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi, Vol. 4, No. 3, pp. 669-679.
- [17] Yuliati, L., Hamidi, N., Winarto, W., Yogaswara, K. B. A., & Torong, E. M., Year. *Pengaruh komposisi fame terhadap burning rate dan sifat nyala api pada pembakaran droplet campuran metil laurat-metil oleat-etanol*. in *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XXII 2024*: Khairun University.
- [18] Bintang, M. T. M., Aisyah, A., & Saleh, A., 2015. *Sintesis biodiesel dari minyak biji nyamplung (callophyllum innophyllum l.) dengan metode ultrasonokimia*. Chimica et Natura Acta, Vol. 3, No. 2.